

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 21 FEB 2005

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

10 2004 014 576.8

**Anmeldetag:**

25. März 2004

**Anmelder/Inhaber:**

ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Fahrwerksanordnung zur  
Fahrstabilitätsregelung eines Kraftfahrzeuges**IPC:**

B 60 G, B 62 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 16. April 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag**Faust**

Verfahren und Fahrwerksanordnung  
zur Fahrstabilitätsregelung eines Kraftfahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Fahrwerksanordnung zur Fahrstabilitätsregelung eines Kraftfahrzeuges.

Zur Fahrstabilitätsregelung eines Kraftfahrzeuges sind unterschiedliche Eingriffsmöglichkeiten und Verfahren bekannt. So werden aktive Stabilisatoren zur Kompensation der Wankneigung aufgrund der bei einer Kurvenfahrt auftretenden Querbewegung eingesetzt. In der Regel sind hierzu beide Fahrzeugachsen mit aktiven Stabilisatoren ausgestattet und die von den aktiven Stabilisatoren ausgeübten Abstützmomente bzw. Antiwankmomente konstant oder zum Teil auch variabel auf die beiden Fahrzeugachsen verteilt.

Weiterhin sind Verfahren und Einrichtungen zur Veränderung des Radsturzwinkels in Radaufhängungen von Kraftfahrzeugen bekannt. Bei Achskonzepten mit einer passiven, selbsttätigen kinematischen Radsturzwinkelverstellung wird der Radsturz durch die Wankbewegungen und einwirkenden Querkraften selbsttätig beziehungsweise passiv verstellt. Bei Achskonzepten mit aktiver Radsturzwinkelverstellung wird der Radsturzwinkel durch einen oder mehrere Aktuatoren auch ohne Einwirkung von Wankbewegungen oder Querkraften verändert. Derartige Radsturzwinkelstellvorrichtungen sind in der Regel an der Hinterachse angeordnet, da ihre Implementierung an der Vorderachse durch das verringerte Platzangebot, die großen Lenkeinschlagswinkel sowie die Antriebswellen bei angetriebenen Achsen schwierig ist.

Durch eine Sturzverstellung an der Hinterachse werden die übertragbaren Seitenführungskräfte gesteigert, so dass gegenüber herkömmlichen Fahr-

zeugen bei identischem Fahrmanöver der erforderliche Achsschräglaufwinkel reduziert ist.

Durch die Verringerung des Schräglaufwinkels an der Hinterachse bei unverändertem Schräglaufwinkel an der Vorderachse verändert sich jedoch das Eigenlenkverhalten des Fahrzeuges zu einer Untersteuertendenz hin. Dies liegt am gleichzeitigen Abbau des Gierwinkels, verursacht durch den verringerten Schräglaufwinkel an der mit einer Sturzkorrekturereinrichtung versehenen Hinterachse. Um dem gewünschten Fahrkurs ohne Abweichung weiterhin zu folgen, muß der Schräglaufwinkel an der Vorderachse durch stärkeres Einlenken vergrößert werden, damit die gewünschte Gierwinkelgeschwindigkeit erreicht oder aufrechterhalten wird. Begünstigt wird dieser Effekt durch die ungleichmäßige Verteilung der Wanksteifigkeit auf die Fahrzeugachsen, da üblicherweise an der Vorderachse eine höhere Wanksteifigkeit vorliegt als an der Hinterachse und daher auch an der Vorderachse höhere Seitenführungskräfte gefordert werden. Somit steigert eine Sturzkorrektur an der Hinterachse auch die Seitenführung an der Hinterachse, obwohl der größere Abstützanteil an der Vorderachse erbracht wird.

Der Einsatz von aktiven Stabilisatoren ist bei zusätzlich vorgesehenen passiven Radsturzverstellungen problematisch, da passive Radsturzverstellungen zur Änderung des Sturzes die Wankbewegungen des Fahrzeugaufbaus benötigen. Werden diese Wankbewegungen durch aktive Stabilisatoren oder sonstige Wankstabilisierungssysteme kompensiert, ist eine wirksame Sturzverstellung nicht mehr möglich, da keine nennenswerten Winkeländerungen mehr auftreten.

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Fahrwerksanordnung zur Fahrstabilitätsregelung eines

Kraftfahrzeuges zu schaffen, die sowohl eine hohe Wanksteifigkeit als auch hohe Seitenführungskräfte bei neutralerem Fahrverhalten ermöglichen.

Die Lösung dieser Aufgabe ergibt sich aus den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 6, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnehmbar sind.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die untersteuernd wirkende Anpassung des Radsturzwinkels, bei der die Räder sich oben weiter nach Fahrzeuginnen neigen und sich hierdurch in die Kurve stemmen, in vorteilhafter Weise mit aktiven Stabilisatoren kombiniert werden kann. Erfindungsgemäß werden somit zumindest an der Hinterachse aktive Radsturzverstellrichtungen mit aktiven Stabilisatoren kombiniert.

Durch aktive Stabilisatoren lässt sich die Verteilung des Wankmomentes und damit der erforderlichen Seitenführung zwischen den Achsen verlagern, wobei eine Verlagerung der Wankabstützung auf die Hinterachse die untersteuernd wirkende Anpassung des Radsturzwinkels ganz oder teilweise kompensieren kann. Durch die Verlagerung der Wankabstützung auf die Hinterachse wird daher das durch die Anpassung des Radsturzes dort erschlossene zusätzliche Seitenführungspotential auch tatsächlich abgerufen. Somit können höhere Seitenführungskräfte erreicht und auch ausgenutzt werden, ohne das Eigenlenkverhalten des Fahrzeuges negativ zu beeinflussen.

Demgemäß beschreibt die Erfindung ein Verfahren zur Fahrstabilitätsregelung eines Fahrzeuges, bei dem in Abhängigkeit von einem Fahrzustand ein hinterer Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse aktiv eingestellt wird sowie an der Vorderachse ein vorderes Antiwankmoment und an der Hinterachse ein hinteres Antiwankmoment ausgeübt werden. Zudem wird ein Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment

wiedergebende Wankmomentverteilung in Abhängigkeit von dem hinteren Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse eingestellt.

In vorteilhafter Ausgestaltung dieses Verfahrens kann zudem vorgesehen sein, dass das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment vergrößert wird, wenn der hintere Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse verringert wird.

Zudem kann vorgesehen sein, dass nur der hintere Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse aktiv eingestellt wird und ein vorderer Radsturzwinkel der Räder der Vorderachse sich passiv einstellt.

Gemäß einer Variante der Erfindung wird zunächst eine Regelung der Fahrstabilität nach dem hinteren Radsturzwinkel durchgeführt und anschließend die Wankmomentverteilung dem eingestellten hinteren Radsturzwinkel angepasst.

Eine davon unabhängige Variante sieht vor, dass zu einem ermittelten Fahrzustand der hintere Radsturzwinkel und die Wankmomentverteilung nach einem Kennlinienfeld eingestellt werden. Dadurch ist die zeitliche Reihenfolge der Einstellung von Wankmomentverteilung und Radsturzwinkel in Abhängigkeit vom ermittelten Fahrzustand variabel.

Schließlich kann vorgesehen sein, dass nur der hintere Radsturzwinkel aktiv eingestellt wird, und dass sich der vordere Radsturzwinkel passiv, dass heißt selbsttätig einstellt.

Die erfindungsgemäße Fahrwerksanordnung umfasst zumindest Aktuatoren zur Verstellung eines hinteren Radsturzwinkels der Räder der Hinterachse des Fahrzeuges, einen vorderen aktiven Stabilisator zur Einstellung eines

vorderen Antiwankmomentes an der Vorderachse und einen hinteren aktiven Stabilisator zur Einstellung eines hinteren Antiwankmomentes an der Hinterachse, wobei eine Steuereinrichtung zur Einstellung einer das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment wiedergebenden Wankmomentverteilung in Abhängigkeit von dem Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse vorgesehen ist. Dabei können an jedem Hinterrad ein Aktuator oder auch mehrere Aktuatoren vorgesehen sein.

In bevorzugter Ausgestaltung dieser Fahrwerksanordnung ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung derart ausgebildet ist, dass mit dieser das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment vergrößert wird, wenn der hintere Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse verringert wird.

Schließlich kann vorgesehen sein, dass an den Radaufhängungen der Räder der Vorderachse nur passive Radsturzverstellvorrichtungen vorgesehen sind.

Das erfindungsgemäß hinzugewonnene fahrdynamische Potential kann sowohl zur komfortableren Abstimmung innerhalb eines auch mit einem passiven Fahrzeug erreichbaren Grenzbereichs, als auch zu einer Steigerung des Grenzbereichs bei einer dem passiven Fahrzeug entsprechenden Federungsauslegung genutzt werden. Diese Variation zu einem komfortableren und/oder einem sportlicheren Fahrverhalten kann mit lediglich geringen Änderungen am Grundfahrwerk erreicht werden, so dass erfindungsgemäß mit geringen hardwaremäßigen Variationen eine große Bandbreite an Fahrzeugcharakteren eingestellt werden kann.

Zur Verdeutlichung der Erfindung ist der Beschreibung eine Zeichnung beigelegt. Die Figur zeigt ein Diagramm eines einzustellenden Lenkradwinkels

in Abhängigkeit von der auftretenden Querbeschleunigung bei verschiedenen Fahrstabilitätsregelungen bzw. Fahrwerksanordnungen.

In der Figur ist der vom Fahrer einzustellende Lenkradwinkel  $\delta$  in Grad in Abhängigkeit von der am Fahrzeug auftretenden Querbeschleunigung  $a_y$  in  $m/s^2$  wiedergegeben für ein Fahrwerk mit

- a einer passiven Fahrwerksanordnung ohne aktive Komponenten zur Sturzverstellung oder Wankmomentabstützung,
- b konstantem Sturz =  $0^\circ$  ohne aktive Stabilisatoren,
- c negativem Sturz ohne aktive Stabilisatoren,
- d positivem Sturz ohne aktive Stabilisatoren und
- e negativem Sturz und aktiven Stabilisatoren.

Durch dieses Diagramm wird der Einfluss der Radsturzverstellung auf das Eigenlenkverhalten wiedergegeben. Zunächst ist der Einfluss einer Radsturzverstellung auf das Eigenlenkverhalten mit und ohne angepasster Wanksteifigkeitsverteilung durch die Stabilisatoren gezeigt. Gegenüber der Kurve a eines passiven Fahrzeugs ohne aktive Fahrwerkskomponenten führen negativ wachsende Radsturzwinkel gemäß Kurve c bei Fahrzeugen mit aktiver Sturzverstellung zu einer deutlichen Verstärkung der Untersteuertendenz des Fahrzeuges, welches einen erhöhten Lenkbedarf und eine reduzierte Lenkwilligkeit zur Folge hat. Da sich aufgrund des auftretenden Wankwinkels am passiven Fahrzeug ein positiver Radsturzwinkel einstellt, führt bereits der in Kurve b gezeigte, konstant bei  $0^\circ$  gehaltene Sturzwinkel bei Fahrzeugen mit Sturzkorrektur zu leicht verstärktem Untersteuern. Umgekehrt ist es gemäß der Kurve d möglich, durch positive Sturzwinkel das Eigenlenkverhalten neutraler abzustimmen, wodurch allerdings der Grenzbereich der erreichbaren Seitenführungskraft reduziert wird.

Gemäß der Kurve e wird durch eine Einstellung eines negativen Sturzes und unter Verwendung von Stabilisatoren eine um etwa 5 % höhere Grenzübergeschleunigung erreicht, welches durch den Pfeil an den oberen Endpunkten der Kurven kenntlich gemacht ist. Hierbei sind erfindungsgemäß weitere Steigerungen dahingehend möglich, dass auch das in weiten Bereichen untersteuernde Verhalten durch die aktiven Stabilisatoren verbessert wird.



Bezugszeichen

- a Kennlinie einer passiven Fahrwerksanordnung ohne aktive Komponenten zur Sturzverstellung oder Wankmomentabstützung
- b Kennlinie einer Fahrwerksanordnung mit konstantem Sturz ohne aktive Stabilisatoren
- c Kennlinie einer Fahrwerksanordnung mit negativem Sturz ohne aktive Stabilisatoren
- d Kennlinie einer Fahrwerksanordnung mit positivem Sturz ohne aktive Stabilisatoren
- e Kennlinie einer Fahrwerksanordnung mit negativem Sturz und aktiven Stabilisatoren
  
- ay Querschleunigung des Fahrzeuges
- $\delta$  Lenkgradwinkel des Fahrzeuges

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Fahrstabilitätsregelung eines Fahrzeuges, bei dem in Abhängigkeit von einem Fahrzustand ein hinterer Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse aktiv eingestellt wird, an der Vorderachse ein vorderes Antiwankmoment und an der Hinterachse ein hinteres Antiwankmoment ausgeübt werden, wobei eine das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment wiedergebende Wankmomentverteilung in Abhängigkeit von dem hinteren Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment vergrößert wird, wenn der hintere Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse verringert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass nur der hintere Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse aktiv eingestellt wird und ein vorderer Radsturzwinkel der Räder der Vorderachse sich passiv einstellt.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst eine Regelung der Fahrstabilität nach dem hinteren Radsturzwinkel erfolgt und die Wankmomentverteilung dem eingestellten hinteren Radsturzwinkel angepasst wird.

Zusammenfassung

Verfahren und Fahrwerksanordnung  
zur Fahrstabilitätsregelung eines Fahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fahrstabilitätsregelung eines Fahrzeuges, bei dem in Abhängigkeit von einem Fahrzustand ein hinterer Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse aktiv eingestellt wird, an der Vorderachse ein vorderes Antiwankmoment und an der Hinterachse ein hinteres Antiwankmoment ausgeübt werden, wobei eine das Verhältnis des hinteren Antiwankmomentes zu dem vorderen Antiwankmoment wiedergebende Wankmomentverteilung in Abhängigkeit von dem hinteren Radsturzwinkel der Räder der Hinterachse eingestellt wird. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Fahrwerksanordnung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens.

Figur

1/1

